А.И. Шевченко, И.С. Сальников
Институт проблем искусственного интеллекта МОН Украины и НАН Украины

Идеи академика В.М. Глушкова и современные проблемы искусственного интеллекта

Статья подготовлена к 85-летию со дня рождения академика В.М. Глушкова и к 50-летию со дня основания Института кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины. В ней на основе литературных источников, личных воспоминаний и воспоминаний сотрудников института Б.Н. Малиновского, З.Л. Рабиновича, Г.Л. Гиммельфарба, С.С. Забары, Ю.В. Капитоновой и др., а также воспоминаний самого В.М. Глушкова воспроизведены мысли и идеи академика Глушкова об искусственном интеллекте, мозгоподобных и робототехнических системах на фоне развития исследований и разработок в области вычислительной техники и информационных технологий того времени. Авторы старались во многих случаях сохранить как суть высказываний, так и их стиль и за все погрешности или неточности в этом берут ответственность на себя.

Славное 50-летие со дня основания Института кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины позволяет нам более трезво взглянуть на проблемы науки вообще и на ее выдающихся представителей в частности.

Не является большим секретом, что Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины стал для многих молодых да и, что скрывать, убеленных сединами ученых в области кибернетики своеобразной Меккой, куда можно было сделать хадж и где можно всегда было найти и понимание, и строгую научную оценку любой работы из области кибернетики в широком понимании этого слова как науки об управлении и связи в животном и машине и более прагматических трактовках этого понятия и слова, но всегда это было в рамках доброжелательства и человеческого отношения к ищущим и нашедшим себя в науке.

Да и сам В.М. Глушков никогда бездоказательно не отрицал любые научные идеи, с которыми сталкивался или которые ему приходилось оппонировать, без того, чтобы не придти к согласию и оппонента, и оппонируемого. Даже будучи на вершине административной лестницы, он всегда подходил к решению научных проблем по-научному, не делая никому в этих вопросах снисхождения и исключения, каких-либо скидок или послаблений.

Примером уважительного отношения к научным исследованиям и разработкам предшественников, судя по воспоминаниям одного из старейших сотрудников института З.Л. Рабиновича, является доработка В.М. Глушковым как новым руководителем созданного на базе реорганизованной лаборатории вычислительной техники Института математики АН Украины в Вычислительный центр АН Украины (декабрь, 1957) тематики лаборатории и продолжение исследований в области теории программирования, методов решения статистических и оптимизационных задач на базе Малой электронной счетной машины (МЭСМ), созданной под руководством С.А. Лебедева, и на уже введенной в опытную, а затем и в регулярную эксплуатацию машине СЭСМ – первой в Советском Союзе машине с матрично-векторным процессором с конвейерной организацией вычислений и совмещением ввода данных и расчетов.

Архитектура этой машины была построена по идеям С.А. Лебедева, однако В.М. Глушков «не отгородился» от этой работы, а, наоборот, преодолев сопротивление разработчиков, заставил их написать книгу, где и были описаны ряд структурных новинок, имевших самостоятельное значение (динамические регистры на магнитном барабане, система встроенной диагностики и др.). Потом эта книга была переиздана в США и стала одной из первых советских книг по вычислительной технике, появившихся за рубежом). Этот стиль руководства, основанный на принципе единства дальних и ближних целей, он сохранил на всю свою жизнь и постоянно его воспроизводил. В частности, начиная развивать направление, называемое искусственным интеллектом, связанное с построением разумных машин и соответствующих программ, он на эту тему пишет самостоятельно целую книгу «Теория самоусовершенствующихся систем» и во второй книге «Введение в кибернетику» ряд разделов посвящает специально этому вопросу, т.е. фактически вооружает будущих исследователей и разработчиков передовой научной теорией, без которой он не мыслил возможности решения серьезных научных проблем.

Аналогичное отношение В.М. Глушкова было и к двум другим разработкам, которые были начаты его предшественниками: создание ЭВМ «Киев» (Гнеденко, Дашевский) и двумашинная система радиолокационного обнаружения воздушных целей и наведения на них самолетов-истребителей (Малиновский, Рабинович). Разработки с приходом В.М. Глушкова получили существенно новое звучание. Он начал подводить под них строгую научную базу, формулировать математическую теорию процессов. Результаты, как правило, одобрялись заказчиками и использовались по назначению этих машин и комплексов.

Как видно, ни одна из проводившихся в лаборатории работ не была заброшена. Напротив, все получили логическое завершение. Наряду с блестящим интеллектом, человеческим обаянием и увлеченностью новой наукой кибернетикой, чем отличался В.М. Глушков как ученый, приведенные факты свидетельствуют еще и о том, что В.М. Глушков как руководитель не только не мешал своим инициативным сотрудникам, но еще и помогал им, несмотря на то, что сам он был мощным генератором новых идей. Тем более, так уж сложилось, что он принял руководство лабораторией после С.А. Лебедева, что означало: лидером ему можно было стать только за счет собственного интеллекта, а не по должности. И он им стал.

Что поражало в Викторе Михайловиче как ученом? Как вспоминают его коллеги, прежде всего комплексное видение проблем. Он как будто смотрел на наш мир с какой-то поднятой над землей точки и обозревал все пространство сразу. Он обладал даром охватывать сразу всю совокупность проблем и при этом остро чувствовать направления перспективного развития. Уже в своих первых высказываниях о вычислительной технике он четко сформулировал основные идеи ее развития, определил ближние и дальние цели работ в этой области. Поражала его способность быстро вникать и профессионально разбираться практически во всех вопросах, связанных с созданием ЭВМ. Его неискоренимая вера, что все по плечу, только нужно как следует разобраться, очень вдохновляла его «команду» и позволяла ей «ввязываться» в самые сложные проекты и успешно их реализовывать, не давала чувствовать себя провинциалами и позволяла успешно сотрудничать со всеми другими союзными школами кибернетики.

Мы не будем здесь останавливаться на всех результатах и достижениях, теоретических и практических, которых достиг Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины в период творческой и организационной работы В.М. Глушкова в

этом институте, таких как: теория вычислительных машин, принципиальная организация управления, позволившая за сравнительно короткий срок развить необычайно расцвеченную палитру новых и новейших вычислительных средств и технологий государственного значения; вырастить плеяду высококвалифицированных инженеров и ученых от кандидатов и докторов наук до членов-корреспондентов и академиков, многие из которых до сих пор в строю и успешно продолжают начатое Виктором Михайловичем дело научного и технического прогресса. Об этом «героическом периоде» существования института много можно узнать из широко известной книги одного из непосредственных участников борьбы за новую вычислительную технику Украины Б.Н. Малиновского «История вычислительной техники в лицах», вышедшей в 1995 году в Киеве [1].

Несмотря на чрезвычайную занятость и большую загрузку организационными делами, Виктор Михайлович продолжал свою сугубо научную творческую деятельность, захватывая своим умом и умом своих благодарных коллег и учеников новые и новые области наук, смежных с кибернетикой, путем чрезмерного напряжения сил, не считаясь со своим временем и здоровьем, состояние которого уже тогда вызывало тревогу друзей и соратников, не исключая и семьи. Написанная им в это время книга «Синтез цифровых автоматов» (1961) легла в основу идеи создания универсальной управляющей машины широкого назначения УМШН, – будущего «Днепра», – с использованием полупроводниковых элементов, которая была разработана в уникально короткие сроки (около трех лет – 1958 – 1961) – и позволила Украине выйти на уровень тогдашних американских достижений в этой области.

В этот же период начинают зарождаться и потихоньку воплощаться идеи В.М. Глушкова в области искусственного интеллекта, «мозгоподобных структур» и интеллектуальных роботов.

Уже в 1959 году он поручает молодому кандидату наук А.А. Стогнию работу по искусственному интеллекту, в частности, обучению машины русскому или украинскому, в общем, естественному человеческому языку, чтобы она понимала смысл предложений, и добивается совместными усилиями, как выразился сам В.М. Глушков, потрясающих вроде бы успехов. С машиной «Киев» можно было разговаривать, как с малым ребенком. Она училась разговаривать, понимала, задавала вопросы, делала те же ошибки, которые делает ребенок, и т.д. Над такого рода вещами работали в разных лабораториях мира. Одни переводили с русского на английский и наоборот, другие еще что-то делали. Как пишет сам В.М. Глушков, ему казалось, что уже первые результаты были обнадеживающими: идея уже есть, остается только ее реализовать, а исходя из старого опыта, который был накоплен в других науках, считал, что идея – это 40 % дела. Если на разработку идеи потребовалось два года, значит, на ее реализацию потребуется в полтора раза больше и через пять лет мы сделаем программы, которые будут переводить лучше любого переводчика с английского на русский, или сделаем такую машину, которая будет по пониманию языка и смысла хорошим собеседником на уровне человека и т.д.

Но, оказалось, это далеко не так, как он это представлял.

Недооценка сложности кибернетических задач типична для периода становления любой науки. Такие заблуждения случаются даже у серьезных ученых, которые пытаются свой опыт, полученный в старых науках, экстраполировать применительно к новым задачам. Как пишет В.М. Глушков, он как-то быстро это понял, может, потому, что занимался философией, и таких ошибок не делал и такого рода предсказаний никогда не давал. По его мнению, особенность больших систем

состоит в том, что от идей по их построению и до их реализации лежит очень длительный путь. Здесь работает управленческий принцип единства дальних и ближних целей. В новой науке, каковой является кибернетика, не следует заниматься какой-то конкретной ближней задачей, не видя дальних перспектив ее развития. И, наоборот, никогда не следует предпринимать дальнюю перспективную разработку, не попытавшись разбить ее на такие этапы, чтобы каждый отдельный, с одной стороны, был шагом в направлении к этой большой цели, и вместе с тем сам по себе смотрелся как самостоятельный результат и приносил конкретную пользу.

Уже в первые годы после официального оформления Вычислительного центра в Институт кибернетики АН Украины (1962) институт охватил все области кибернетики: теоретическую и экономическую кибернетику, кибернетической техники, технической, биологической, медицинской кибернетики. Быстро развивались прикладная и абстрактная теория автоматов. Появились работы по вероятностным автоматам, вопросам надежности их функционирования, экономного и помехоустойчивого кодирования. Центр тяжести исследований от конечных автоматов начал перемещаться к бесконечным. Наметилась связь теории автоматов и теории формальных грамматик. Разрабатывались новые методы анализа и синтеза автоматов, которые в конце концов и привели к идеям и программам работ по разработке машин для инженерных расчетов и в последующем к великой идее создания разумной машины как одного из стратегических направлений в развитии ЭВМ и сегодняшней актуальной проблеме компьютерного интеллекта как одного из вариантов искусственного интеллекта.

Уже проектируя машины для инженерных расчетов, особенно МИРы, В.М. Глушков ставил для того времени весьма дерзкую задачу – сделать машинный язык возможно более близким к человеческому. Это, конечно, был математический, а не разговорный язык, хотя проводились эксперименты и по созданию машин с нормальным человеческим языком. Такого рода язык «Аналитик» был создан и поддержан оригинальной системой внутримашинной его интерпретации. Создание машин МИР явилось промежуточным этапом развития работ по искусственному интеллекту, поскольку в них был реализован еще довольно примитивный искусственный интеллект. Формальные алгебраические преобразования были развиты давно, еще до возникновения кибернетики, и поэтому здравый смысл не признает такие преобразования интеллектом. Хотя, конечно, когда машина начинает «щелкать» интегралы как определенные, так и неопределенные, то это выглядит очень убедительно, потому что далеко не каждый преподаватель мехмата может решать такие интегралы. А машина сама и подстановки находит, и не только табличные легкие, но и очень трудные (В.М. Глушков).

Первые машины для инженерных расчетов положили начало великому процессу интеллектуализации ЭВМ, под которой в то время понималась схемная реализация в ЭВМ языков высокого уровня, а в более широкой трактовке – усиленная структурная поддержка математического обеспечения машины с целью повышения эффективности эксплуатации ЭВМ путем упрощения взаимодействия человека с машиной. Это был новый путь, требовавший теоретического обоснования, и он стал одним из основных направлений школы В.М. Глушкова в области вычислительной техники. Это был революционный путь и революционные взгляды его первопроходцев. Они были не сразу восприняты старыми идеологами и специалистами. Но уже в 1963 году была признана важность интеллектуализации ЭВМ и разделены сферы разработок: супер-ЭВМ были отданы Институту точной механики и вычислительной техники АН СССР, малые и специализированные ЭВМ – Институту кибернетики АН Украины.

Используя предоставленные возможности, В.М. Глушков сразу же взялся за разработку ЭВМ МИР-1. В состоянии творческого экстаза он буквально чуть ли не за две недели, вспоминает З.Л. Рабинович, составил аванпроект, изложив в нем основные структурные контуры машины. В аванпроекте содержался ряд оригинальных решений, послуживших основанием для заявок на изобретения.

ЭВМ семейства МИР были быстро разработаны, запущены в серийное производство и получили очень высокую оценку пользователей. Их создание явилось крупным шагом в развитии идеи интеллектуализации малых ЭВМ и в то же время горьким уроком упущенных возможностей. Если бы Институт кибернетики АН Украины не прекратил работы по МИРам, по словам сибирского академика Ершова, и продолжал их развитие и производство, то в Советском Союзе была бы лучшая в мире персональная (!) ЭВМ. Стоит также вспомнить и реплику будущего академика В.С. Бурцева: «Братцы, а почему мы так не делаем?» во время доклада С.Б. Погребинского о разрабатываемой машине типа МИР на конференции, посвященной развитию архитектур ЭВМ (Дилижан, Армения). Судьба машин типа МИР является одним из характерных примеров нашего отношения к новому, далеко не положительного по результатам, но принципиального по существу: мы упускаем свои возможности, часто озираясь на Запад и не доверяя своим ученым. Продолжает жить и библейский и уже нашенский принцип: нет пророков в своем отечестве. Жив курилка! Таково сейчас, например, и отношение к искусственному интеллекту, думающим машинам, интеллектуальным роботам и другим разработкам и исследованиям принципиального характера! Мы ждем манны небесной и уповаем на бога, а необходимо засучив рукава работать над новыми идеями и устройствами и доводить их до продуктов товарного производства и выводить их на отечественный и зарубежный рынки!

Остановимся кратко на использовании человеческого в машинном на примерах развития архитектуры ЭВМ.

Уже в машинах типа МИР был получен оригинальный язык, органически сочетавший парадигму формульного вычислителя, функциональную и процедурную парадигмы.

Как известно, новые идеи или первоначальные замыслы обычно исходят от человека. Системы машинного проектирования позволяют лишь уточнять, оптимизировать схемы ЭВМ по тому или иному критерию, чаще всего комбинированному, что вручную не удается даже при хороших архитектурных идеях.

Развивая перспективные направления развития архитектуры машин, В.М. Глушков ориентируется на последовательный отказ от хорошо известных принципов Джона фон Неймана (последовательная структура языка, то есть выполнение команд одна за другой; командно-адресный принцип, то есть в команде содержатся адреса операндов, и команды хранятся так же, как и операнды в памяти; максимальная простота системы команд, то есть максимальная простота машинного языка и др.). В качестве одного из новых принципов предлагался усложненный машинный язык, позволяющий упрощать программирование с двух сторон: с точки зрения языков и компиляторов, то есть приближать машинный язык к входному, усложняя его и приближая к естественному человеческому языку с предельным выходом на разговор с машиной на естественном языке с соответствующей выдачей заданий. Это требовало автоматизации логических рассуждений, но классическая математическая логика здесь не срабатывает, поэтому выдвигается задача построения практической математической логики, которая разрешима с идеей о том, что математическое доказательство может строиться как

программа, на основе языка. Это была голубая мечта В.М. Глушкова, которую он хотел положить в основу архитектуры новых ЭВМ, способных осуществлять сложные творческие процессы, в том числе и построение дедуктивных теорий. Он считал, что только из этого вытекают новые идеи построения ЭВМ, ибо понять, как строить такие машины, может только человек, занимающийся не только машинами, но и искусственным интеллектом, и в этом его сила.

Кроме усложнения машинного языка, В.М. Глушков стремится перейти от последовательного принципа исполнения команд, предложенного Джоном фон Нейманом, к *мультикомандному*. Возникает идея макроконвейера. Создается мультикомандная машина со многими потоками команд и данных. Суть принципа *макроконвейерной* обработки данных заключается в том, что каждому отдельному процессору на очередном шаге вычислений дается такое задание, которое позволяет ему длительное время работать автономно без взаимодействия с другими процессорами. Это было воплощение его идеи *мозгоподобных* структур, которые станут реальностью, когда конструктор сможет объединить в единую систему не тысячи, а миллиарды элементов практически без каких-либо ограничений на число соединений между этими элементами. В таких структурах может быть осуществлено слияние памяти с обработкой данных, то есть такое функционирование системы, при котором данные обрабатываются по всей памяти с максимально возможной степенью распараллеливания всех операций.

В 1974 году на конгрессе IFIP Глушков выступает с идеей рекурсивной ЭВМ, основанной на новых принципах организации вычислительных систем (с группой соавторов), и высказывает мнение, что только разработка принципиально новой не неймановской архитектуры вычислительных систем, базирующейся на современном уровне развития технологии, позволит решить проблему построения супер-ЭВМ с неограниченным ростом производительности при наращивании аппаратных средств. Это были передовые идеи, полная и бескомпромиссная реализация которых при имевшихся тогда уровнях развития электронных технологий была преждевременна, и Глушков искал необходимые компромиссные решения, определявшие переходные этапы к «мозгоподобным структурам» будущего путем разумного отступления от принципов Джона фон Неймана (1979, Новосибирск). Именно такие решения и были найдены Глушковым и положены в основу оригинальной структуры высокопроизводительной ЭВМ, названной им *макроконвейером*. Такие машины, не имевшие аналогов в мировой практике, были созданы уже после кончины ученого, но по его идеям макроконвейера (ЕС-2701 – 1984, ЕС-1766 – 1987), и опять не получили широкого распространения из-за той же причины, что и машины типа МИР, а ведь они соперничали с лучшими американскими.

Современные ЭВМ невозможно проектировать без систем автоматизации проектно-конструкторских работ. И эту творческую работу на основе теоретических работ В.М. Глушкова удалось переложить на плечи машин в Институте кибернетики АН УССР. Создан был ряд уникальных систем «ПРОЕКТ» для автоматизированного проектирования ЭВМ вместе с математическим обеспечением, со своей операционной системой и специализированной системой программирования, с автоматизацией этапа алгоритмического проектирования, новой технологией проектирования сложных программ. Эти системы стали прообразом реальных технологических линий выпуска документации для производства микросхем ЭВМ во многих организациях бывшего Советского Союза.

С системой «ПРОЕКТ-1» тесно связана система автоматизации проектирования и изготовления БИС (больших интегральных схем) с помощью элионной технологии, нашедшая воплощение в установках «Киев-67» и «Киев-70», управлявших электронным лучом при обработке с его помощью различного рода подложек с рекордными на то время параметрами в микроэлектронике.

Проблема автоматизации программирования входила в круг основных интересов В.М. Глушкова. В работах этого направления он исходил из дальнейших целей полной автоматизации процессов разработки программ и ведения вычислений: в случае реализации метода во всей его полноте машине будет достаточно «показать» бумагу с напечатанным на ней заданием на привычном математическом языке, чтобы машина без дальнейшего вмешательства человека начала решать задачу и выдала через некоторое время ответ. Метод специализированных программирующих программ, предложенный в системах «ПРОЕКТ», в настоящее время реализуется в методологии построения интеллектуальных прикладных пакетов программ.

Совершенствование технологии разработки программ в перспективе В.М. Глушков видел в развитии алгебры алгоритмических языков или техники эквивалентных преобразований выражений в этих языках. Здесь он видел и общематематический и даже философский смысл, рассматривая создание алгебры языка конкретной области знаний как необходимый этап ее математизации. Сопоставляя численные и аналитические методы решения задач прикладной математики, В.М. Глушков утверждал, что развитие общих алгоритмических языков и алгебры таких языков приведет к тому, что выражения в этих языках (сегодняшние программы для ЭВМ) станут столь же привычными, понятными и удобными, какими сегодня являются аналитические выражения. При этом фактически исчезнет разница между аналитическими и общими алгоритмическими методами и мир компьютерных моделей станет основным источником развития новой современной математики, как это и происходит сейчас. Обсуждая созданную им алгебру алгоритмов, он говорил об этапах развития формульного аппарата математики от алгебраической символики Виетта и символики дифференциально-интегрального исчисления Лейбница и Ньютона до современных алгоритмических языков, для которых необходимо создавать соответствующие исчисления и алгебру.

С практической стороны, В.М. Глушковым была сформирована программа работ по технологии программирования и средствам ее автоматизации на всех этапах изготовления программных систем. Средства автоматизации работ по новой технологии – технологические комплексы РТК – были изготовлены для всех основных машин и получили широкое внедрение.

По мнению В.М. Глушкова, искусственные зрение и слух – важная часть работ в области создания искусственного интеллекта. Главным здесь является зрение, поскольку наибольшее количество информации человек получает благодаря ему. В.М. Глушков приглашает В.А. Ковалевского из Харькова и поручает ему организовать работы по распознаванию зрительных образов. Первым результатом стал автомат для чтения машинописных букв и цифр. Он был выпущен малой серией (пять или шесть экземпляров) и оказался неконкурентоспособным по сравнению с вводом информации перфокартами. Одному из авторов этой статьи довелось лично видеть, как этот аппарат распознавал большую букву «С» с расстояния нескольких метров. Иногда аппарат распознавал букву «С» как букву «О», но большинство сеансов распознавания давало положительные результаты (И.С. Сальников, 1965). Сразу же за этими работами В.М. Глушков разворачивает работы по распознаванию речи, которым

прикрывает направление по созданию сенсорной части будущих роботов, поручая это направление Т.К. Винцюку, который в настоящее время является одним из известных научных авторитетов в этой области и достиг значительных результатов, что дало ему возможность ставить задачу о создании так называемого «образного компьютера», над созданием которого он сейчас и работает.

В.М. Глушков неспроста не забывает о задачах, казалось бы, находящихся на периферии проблематики, связанной с созданием средств вычислительной техники. Но в его деятельности в этой области просматриваются задачи, которые предвидел и о которых говорил Алан Тьюринг на заседании Лондонского математического общества в 1947 году.

Первой он формулирует задачу автоматизации двигательной или моторной функции роботов с целью создания автоматической руки на тележке, которая бы передвигалась вдоль щита управления любым объектом и переключала бы тумблеры, рубильники, поворачивала ручки и т.д.; одновременно к ней добавлялось примитивное зрение, способное воспринимать хотя бы только положение стрелок приборов или делений шкал (1959). Эту задачу он ставит, когда о роботах никто даже не заикался. И если бы, как вспоминает сам В.М. Глушков, у него были хорошие мастерские, то уже к 1963 году он бы имел первую в мире механическую руку и синтез всех этих направлений – робота-манипулятора с рукой, зрением и искусственной речью. Но ему это не удается. Он не находит человека, который бы владел умением работать с механикой, руками. Как ни странно, может быть, говорить об этом в наше время, спустя более сорока лет, но проблема точной механики для построения современных роботов продолжает оставаться актуальной и неразрешимой до сих пор.

Может быть, поэтому нас и удивляют современные японские интеллектуально-механические роботы, что в них не только современная электроника и программное обеспечение, но и невероятный по своему качеству и дизайну уровень исполнения механической части, даже если это «простая» собачка-робот AIBO фирмы Sony.

Не теряя времени на решении задач создания роботов-манипуляторов, В.М. Глушков начинает работы по распознаванию смысла фраз на русском языке, то есть в области семантических сетей, как это сейчас называется, сам разрабатывая соответствующие алгоритмы, а программы поручая А.А. Стогнию и частично А.А. Летичевскому.

По потоку предложений на входе этот алгоритм строил семантическую сеть, то есть определял, какие слова с какими корреспондируются. Например, предложение *«Стул стоит на потолке»* хотя и правильно грамматически построено, но семантически неверно и т.д. Были сделаны зачатки построения картины мира, причем придумано было весьма экономное кодирование информационных образов.

Сам В.М. Глушков в своих воспоминаниях, фактически в своем завещании последователям его творческих исканий, весьма сожалеет, что не смог довести эти его задумки до конца: А.А. Стогний переключился на распознавание дискретных образов, тематику Ю.И. Журавлева, да и он сам остановил это дело и оно, как и следовало ожидать, захирело. А его надо было связать с машинным переводом, но опять не хватало специалистов, а сам он не мог заниматься лишь семантической алгоритмикой. Но когда В.М. Глушков сделал в 1961 году в Мюнхене на конгрессе IFIP доклад на эту тему, он стал сенсацией, – у американцев ничего подобного в то время не было. В.М. Глушкова тут же избирают в программный комитет Международной федерации по обработке информации.

Воспоминания В.М. Глушкова по проблематике искусственного интеллекта и смежных с ним проблем дополняет один из ветеранов Института кибернетики НАН Украины Г.Л. Гиммельфарб. Он пишет, что ЭВМ «Киев» стала первой в Европе системой цифровой обработки изображений и моделирования интеллектуальных процессов. К ней были подключены два оригинальных периферийных устройства, позволившие моделировать на ЭВМ простейшие алгоритмы обучения распознаванию образов и обучения целенаправленному поведению: устройство для ввода изображений с бумажного носителя или фотопленки и устройства вывода изображений из ЭВМ (В.И. Рыбак) – это были прообразы будущих дисплеев, которые имелись тогда только в США, но киевские аналогов не имели. На ЭВМ «Киев» под руководством В.М. Глушкова в конце 50-х – начале 60-х годов была выполнена серия работ по искусственному интеллекту, в частности, обучению распознаванию простых геометрических фигур, моделированию читающих автоматов для рукописных и машинописных знаков, отслеживанию движения объектов по серии изображений, или кинограмме, моделированию поведения коллектива автоматов в процессе эволюции, автоматическому синтезу функциональных схем ЭВМ и многое другое.

Таким образом, В.М. Глушков обратился к теории и практике моделирования интеллектуальной деятельности в первые же годы становления вычислительной техники, когда многие воспринимали ЭВМ просто как «большой арифмометр». Большой интерес он проявил к автоматическому распознаванию зрительных образов: работы по автоматическому чтению рукописных и печатных знаков были начаты под его руководством уже в 1959 – 1961 годах, а на протяжении первой половины 60-х годов была развита корреляционная теория распознавания машинописных знаков и строк текста (В.А. Ковалевский, М.И. Шлезингер), теория оптимального конструирования эталонов распознаваемых символов (М.И. Шлезингер), были созданы последовательно несколько макетов оптических читающих автоматов, основанные на принципах оптической корреляции («ОКА» и «ЭОК-10», В.К. Елисеев) и электронной корреляции («ЧАРС», В.А. Ковалевский, А.Г. Семеновский).

В дальнейшем устройства ввода-вывода изображений, использованные для ЭВМ «Киев», были модернизированы и перенесены на новую ЭВМ БЭСМ-6. С их помощью были выполнены многочисленные работы по цифровому анализу снимков реальных объектов, в частности по обнаружению и отслеживанию следов физических частиц в пузырьковых камерах (М.И. Шлезингер), обнаружению, распознаванию и отслеживанию движения различных транспортных средств (В.И. Рыбак), распознаванию машинописных знаков (В.А. Ковалевский) и др.

Опыт, полученный при создании и использовании устройств ввода-вывода изображений, позволил разработать первый в СССР стенд моделирования интеллектуальных роботов типа глаз-рука (В.И. Рыбак, Г.Л. Гиммельфарб, В.Б. Марченко и др.). В состав стенда вошли ЭВМ БЭСМ-6, связанная с ней телевизионная система ввода изображений в ЭВМ и электромеханический манипулятор с шестью степенями подвижности, подсоединенный к ЭВМ БЭСМ-6 через управляющую мини-ЭВМ М-6000. В.М. Глушков проявил большой интерес к этим работам, поскольку считал робототехнику одним из важнейших направлений практического использования методов и средств искусственного интеллекта. На стенде были впервые в СССР выполнены работы по автоматическому описанию пространственных сцен, составленных из простых по форме объектов, и управлению манипулятором на основе полученного описания (70-е годы).

Добавим еще, что в отделе Н.М. Амосова в эти же годы был проведен широкий комплекс исследований в области искусственного интеллекта: был разработан ряд транспортных роботов (ТАИР и др.), осуществлено моделирование ряда мыслительных и общественных процессов (А.М. Касаткин, Л.М. Касаткина, Д.Г. Галенко и др.)

Как говорит Г.Л. Гиммельфарб, В.М. Глушков не случайно упоминает Т.К. Винцюка и его работы по распознаванию речи. Еще при жизни ученого Т.К. Винцюком был разработан ряд весьма совершенных устройств распознавания и синтеза речи. Поддержка этих работ со стороны В.М. Глушкова привела к быстрому развитию в Институте кибернетики НАН Украины одного из важных направлений искусственного интеллекта.

Что может быть еще интересным в личности В.М. Глушкова как ученого, так это его интерес не только к своим разработкам и исследованиям, а и к результатам научных исследований других коллективов и институтов. В памяти одного из авторов настоящей статьи стоит посещение В.М. Глушковым Института горной механики и технической кибернетики им. М.М. Федорова (г. Донецк), в котором в период с конца 60-х – начала 70-х годов разрабатывались автоматизированные системы управления технологическими процессами и, в частности, система автоматизированного табельного учета рабочих номеров САТУРН для контроля спуска и подъема шахтеров на угольных шахтах. В.М. Глушкову демонстрировали запатентованное устройство считывания жетонов-табельных номеров и ввода их в специализированное вычислительное устройство. Виктор Михайлович внимательно слушал объяснения и задавал конкретные и четкие вопросы. У меня до сих пор стоят перед глазами его высокий лоб, черные волосы, строгое лицо и массивные темного цвета очки и звучит его приятный голос (И.С. Сальников).

Постоянное обращение В.М. Глушкова к проблематике искусственного интеллекта было, как видно из ранее сказанного, не случайным. Он видел в решении задач этого научно-технического направления великое будущее человечества: вряд ли можно сомневаться, что в будущем все более и более значительная часть закономерностей окружающего мира будет познаваться и использоваться автоматическими помощниками человека. Но столь же несомненно и то, что все наиболее важное в процессах мышления и познания всегда будет уделом человека. Справедливость этого вывода обусловлена исторически. И далее: человечество не представляет собой простую сумму людей. Интеллектуальная и физическая мощь человечества определяется не только суммой человеческих мускулов и мозга, но и всеми созданными им материальными и духовными ценностями. В этом смысле никакая машина и никакая совокупность машин, являясь в конечном счете продуктом коллективной деятельности людей, не могут быть «умнее» человечества в целом, ибо при таком сравнении на одну чашу весов кладется машина, а на другую – все человечество вместе с созданной им техникой, включающей, разумеется, и рассматриваемую машину… Человеку исторически всегда будет принадлежать окончательная оценка интеллектуальных, равно как и материальных ценностей, в том числе и тех ценностей, которые создаются машинами, так что и в этом смысле машина никогда не сможет превзойти человека. В.М. Глушков делает окончательный вывод, что в чисто информационном плане кибернетические машины не только могут, но и обязательно должны превзойти человека, а в ряде пока еще относительно узких областей они делают это уже сегодня. Но в плане социально-историческом эти машины есть и всегда останутся не более чем помощниками и орудиями человека [2].

Следуя своим философским взглядам на характер взаимодействия человека и машинных способов обработки информации, В.М. Глушков не мог не вторгнуться в область автоматизации научных исследований, начав с автоматизации измерений и обработки получаемой научной информации. Уже в 60-х годах обрабатываются данные, поступающие из Атлантического океана в управляющую машину «Днепр» посредством специальных устройств связи с объектом УСО, опережая в этом американцев на 5 – 6 лет. В 1972 году создается специальный Совет по автоматизации научных исследований при Президиуме АН Украины во главе с председателем Б.Н. Малиновским, а затем и советы по вычислительной технике (А.А. Стогний) и совет по АСУ (автоматизированным системам управления) во главе с В.С. Михалевичем.

Было решено силами академических институтов разработать автоматизированные проблемно-ориентированные лаборатории АПОЛ, включающие комплексы измерительных средств, ЭВМ и программы обработки измерений. Как вспоминает В.М. Глушков, он решал вопросы о серийном производстве лабораторий для рентгеноструктурного анализа, масс-спектрографии и других лабораториях, которые используются в химии, физике, биологии. Завод «Точэлектроприбор» должен был их производить, а Академия наук выполнять только шеф-монтаж.

В программно-технических комплексах и проблемных лабораториях должны были занять свое место и микрокомпьютеры, так как часть обработки данных эксперимента должна была производиться на месте с помощью встроенных в приборы микрокомпьютеров, остальная – на миникомпьютерах, и лишь в случае необходимости можно было выходить на большой компьютер. В программно-технических комплексах в случае необходимости предусматривалось использование для настройки приборов экспериментальных установок и роботов, например для термоядерного лазерного реактора или рентгеноструктурного анализа кристаллов в геохимии, когда приходится поворачивать кристаллы, изменять их положение по отношению к пучку рентгеновского излучения, перемещать и т.п. Это были передовые решения, опережавшие свое время и часто не находившие понимания в вышестоящих инстанциях, так как аналогичного опыта в мире еще не было, в том числе и в США (опережение на 5 – 8 лет).

Вслед за автоматизацией физических исследований последовала автоматизация испытаний сложных промышленных объектов (В.И. Скурихин, А.Г. Корниенко, А.А. Морозов, П.М. Сиверский) – флот, авиация. Многие не верили в реализацию этих возможностей. Как вспоминает В.М. Глушков, пришлось показать президенту АН СССР А.П. Александрову систему одного из кораблей, имевшую 1200 каналов съема информации (А.Г. Корниенко). В подготовленной всесоюзной программе по автоматизации проектно-конструкторских работ Институт кибернетики АН УССР официально намечается головным, а В.М. Глушков, преодолевая недуги, намечает новое направление, смыкающееся с роботами.

Речь идет о роботах, способных собирать и укреплять датчики. В будущем он видит автоматизированную систему развития науки и техники в целом, когда ЭВМ сами делают эксперименты, настраивают экспериментальные установки, могут спроектировать новые, получают результаты, обрабатывают их, строят теории, проверяют правильность старых теорий и в случае необходимости выходят на построение новых.

В последующем мыслилось разрабатывать алгоритмы дедуктивных построений, чтобы машина не только обрабатывала результаты, но и проверяла гипотезы и строила на основе этого теории, то есть выдавала готовую печатную продукцию сначала в диалоговом режиме, а потом и самостоятельно.

В области автоматизации проектирования САПР В.М. Глушков выделяет отдельно задачу автоматизации проектирования ЭВМ для своего института, а остальным институтам соответствующих профилей, в которых под его эгидой и непосредственным руководством создаются достаточно хорошие системы автоматизации проектирования: строительных работ для Киева и Ленинграда; изготавливаются полностью автоматически чертежи, проектная и сметная документация и пр. (В.И. Скурихин и А.А. Морозов).

Развитие этих работ и некоторых других приводит к появлению новых направлений в исследованиях и разработках – сетей ЭВМ и банков данных (А.Н. Никулин и А.И. Никитин, Ф.И. Андон и А.А. Стогний). Что касается сетей ЭВМ, то это были первые в мире идеи и первое осуществление передач информации для ЭВМ на большие расстояния. Удаленные терминалы были сделаны раньше всех, – это точно: при «океанском» эксперименте, когда ЭВМ «Киев» обрабатывала информацию, полученную с научно-исследовательского судна.

Также был сделан первый в мире эскизный проект сети ЭВМ – Единой Государственной Сети вычислительных центров ЕГС ВЦ в 1962 – 1964 годах с участием Н.Н. Федоренко по личному указанию председателя Совета Министров СССР А.Н. Косыгина и был направлен в правительство. Создание такой сети позволяет собирать и оптимальным образом использовать экономическую, научно-техническую и любую другую информацию, а также обмениваться ею в интересах потребителей, что очень важно в условиях перехода к информационному обществу.

Бросая современный взгляд на все эти новинки того времени, можно узреть в них зачатки развившихся в наше время информационных и телекоммуникационных систем: Интернета, мобильной связи с использованием, как это и не удивительно, персональных компьютеров и мобильных телефонов индивидуальной связи. Может быть, и не вина В.М. Глушкова в том, что он не мог тогда это все предвидеть, ибо тратил свои знания, талант и сердце на решение общегосударственных задач в области систем управления и фактически боролся с бюрократическим аппаратом и чиновниками того времени, но мы и сейчас еще продолжаем жить идеями и организационными принципами того времени, никак не осваивая рыночные механизмы и возможности частного капитала, личной заинтересованности и предпринимательства. Особенно это касается разработки средств вычислительной техники и робототехники и средств коммуникации для личного потребления, частного использования с независимым от государства финансированием и планированием. А в этом, возможно, и состоит будущее нашей науки и техники и будущее существование научных центров и институтов.

Мы также должны заботиться не только о развитии перспективных и актуальных научных направлений, но и создавать их, предлагая новые идеи и методы, средства и способы их реализации, что невозможно без человеческого фактора или, говоря проще, без подготовки соответствующих кадров и организаторов науки, на что В.М. Глушков был великий мастер. Уже к 25-летию со дня основания Института кибернетики АН УССР в нем выросла плеяда современных ученых и исследователей, инженеров и конструкторов, способных решать любые задачи и проблемы в области математической кибернетики и математического обеспечения, вычислительной техники и микроэлектроники, систем управления, информационных технологий и систем. Многие из них до сих пор работают в подразделениях Кибернетического центра, став академиками, членами-корреспон-

дентами НАН Украины, директорами институтов и руководителями опытных производств. Достаточно назвать И.В. Сергиенко и А.А. Морозова, Ф.И. Андона и А.В. Палагина, В.И. Гриценко и В.Л. Волковича, В.В. Петрова, Ю.В. Капитонову, Ю.Г. Кривоноса и др. [3].

Многое не удалось сделать В.М. Глушкову, но идеи его по-прежнему живы и продолжают волновать научную общественность и ученых. В частности, в Институте проблем искусственного интеллекта НАН Украины и МОН Украины продолжают развивать его идеи в области искусственного интеллекта и малых робототехнических систем: ведутся исследования в области распознавания речи и зрительных образов, интеллектуальной робототехники и систем дистантного обучения и образования, современных телекоммуникационных систем и систем мобильной связи, систем дистанционной защиты объектов, исследований интеллектуальных способностей человека, в том числе творческих, биофизических особенностей функционирования его мозга и по другим направлениям. Будем надеяться, что новые поколения ученых и исследователей в области кибернетики и искусственного интеллекта будут достойными преемниками великого мыслителя и ученого XX века и его бессмертных идей!

Литература

1. Малиновский Б.Н. История вычислительной техники в лицах. – Киев, 1995.
2. Глушков В.М. Мышление и Кибернетика // Вопросы философии. – 1963. – № 1.
3. Капитонова Ю.В., Михайлевич В.С. Памяти В.М. Глушкова // Кибернетика и системный анализ. – 1991. – № 6.

А.І. Шевченко, І.С. Сальников

Ідеї академіка В.М. Глушкова і сучасні проблеми штучного інтелекту

Стаття підготовлена до 85-ліття з дня народження академіка В.М. Глушкова і до 50-ліття з дня заснування Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України. У ній на основі літературних джерел, особистих спогадів і спогадів співробітників інституту Б.Н. Маліновського, З.Л. Рабіновіча, Г.Л. Гіммельфарба, С.С. Забари, Ю.В. Капітонової та ін., а також спогадів самого В.М. Глушкова відтворені думки та ідеї академіка Глушкова про штучний інтелект, мозкоподібні і робототехнічні системи на тлі розвитку досліджень і розробок у галузі обчислювальної техніки та інформаційних технологій того часу. Автори прагнули у багатьох випадках зберегти як суть висловів, так і їхній стиль і за всі погрішності або неточності у цьому беруть відповідальність на себе.

Статья поступила в редакцию 04.02.2008.